

JP, 2001-507167 A

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

1. Organic electroluminescence device which it is organic electroluminescence device including anode, cathode, and organic field across which it faced between them, and said anode reforming layer contacts [said anode] said organic field including - metal layer, - barrier layer, and - anode reforming layer, and is characterized by arranging said anode so that light may be emitted by said cathode.
2. Device according to claim 1 which front face of said barrier layer oxidizes and forms said anode reforming layer.
3. Device according to claim 1 which adheres to said anode reforming layer on said barrier layer.
4. said barrier layer -- the [, such as InN,] -- the device containing an III group nitride according to claim 1.
5. Device according to claim 1 with which said metal layer contains aluminum or Cu.
6. Device according to claim 1 which has work function with said high anode reforming layer.
7. Device containing metal which has visible-spectrum reflection factor so that said metal layer may increase amount of light emitted from said cathode according to claim 1.
8. Device according to claim 1 with which said anode reforming layer, said barrier layer, or its both absorb visible ray powerfully.
9. Device according to claim 1 with which said metal layer contains metal stack of arbitration, such as Pt on the alloy of aluminum, Cu, Mo, Ti, Pt, Ir, nickel, Au, Ag, or arbitration, or aluminum.
10. The device according to claim 1 with which said metal layer is formed on a substrate.
11. The device according to claim 10 said whose substrate is a silicon substrate.
12. The device according to claim 11 said whose silicon substrate is a crystalline substance.
13. The device according to claim 10 with which said substrate includes a polish recon circuit or an amorphous circuit.
14. The device according to claim 11 with which said silicon substrate contains an integrated circuit.
15. The device according to claim 1 chosen so that said anode reforming layer may make possible a hole injection with the sufficient effectiveness to said organic field.
16. The device according to claim 1 chosen so that said anode reforming layer may form the stable interface with said organic field.
17. The device according to claim 1 said whose anode reforming layer is a conductive or insulating thing.
18. The device according to claim 1 on which an oxide layer functions as an anode reforming layer.
19. The device according to claim 1 with which said barrier layer isolates said anode reforming layer from said metal layer physically and chemically by forming an obstruction while a charge enables it to pass the interface with said metal layer and said anode reforming layer.
20. The device according to claim 1 said whose barrier layer is a conductive or insulating thing.
21. A device according to claim 1 with high barrier layer [said] reflexivity.
22. The device according to claim 1 with which said anode reforming layer contains ITO, ZnO, MgO, Sn 2O3, In2O3, RuO2, or V2O5.

23. The device according to claim 22 with which said anode reforming layer contains [said barrier layer] V2O5 including nickel layer and a NiOx layer.
24. The display on which said device is formed on a substrate including at least one device by claim 1, or an array.
25. The display according to claim 24 said whose substrate is a silicon substrate.
26. The display according to claim 25 on which a circuit is unified in said substrate.
27. The display according to claim 26 designed so that said circuit may drive said device.
28. The display according to claim 24 on which said anode is patternized.
- It is Approach for Creating Organic Electroluminescence Device Including Anode, Cathode, and Organic Field across which it Faced between Them. Said Approach 29. - Metal Layer, By forming the barrier layer located on said metal layer, and the anode reforming layer located on said barrier layer The approach by which said anode is arranged so that said anode reforming layer may contact said organic stack and light may be emitted by said cathode including the step which builds said anode before formation of said organic field and a cathode.
30. The approach according to claim 29 which an oxide functions as said anode reforming layer, and is formed when said oxide oxidizes the front face of said barrier layer.
31. The approach according to claim 29 formed when said anode reforming layer adheres it on said barrier layer.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

Anode reforming technical field for organic light emitting diodes This invention relates to the approach for creating an organic electro luminescent display and it.

Background of invention Since it is applicable to the light emitting diode (LED) according to individual, an array, and a display, the organic electroluminescence (EL) reached far and wide, and has been studied. An organic material can make a completely new application possible instead of a semi-conductor in the application of much LED potentially. Creation organic [LED] (OLED) is easy, and when development of the improved organic material continues, the possibility of a new and cheap OLED display is promised.

the organic electroluminescence of low effectiveness -- for example, Physical Review Letters besides HERUFURHHI (Helfrich), Vol.14, and No. -- it is reported to 7, 1965, and pp.229-231 in front of many years.

two kinds of reports of organic electroluminescence efficient [the latest development], i.e., Applied Physics Letters besides a C.W. tongue (Tang), Vol.51, and No. -- 12, 1987, pp.913-915 and Nature besides BOROZU (Burroughes), and Vol. -- it is driven by 347, 1990, and pp.539. In the tongue paper, OLED which has two organic layers using the vacuum deposition of a molecular compound is formed. In the BOROZU paper, spin coating of a polymer called Pori (p-phenylenevinylene) is carried out, and the single organic layer OLED is formed. a tongue paper and Nature besides N. Green Hamm (Greenham), and Vol. -- the advantage indicated by research of the after that of 365, 1993, and pp.628 - 630 printing was mainly attained by amelioration of the OLED design obtained by selection of a suitable organic multilayer and an electrode metal.

the -- as shown in 1A Fig., the simplest OLED structure in a possible thing consists of an organic emission layer 10 pinched by inter-electrode [of both the electron (e-) which meets and recombines within the emission layer 10 and generates light, the cathode 11 which pours in an electron hole (h+), respectively, and the anode 12]. it turned out that the performance improved when the work function of an electrode was in agreement with the molecular orbital of its that of the organic layer 10 (MO) is attained (D. -- D.C. Bradley (Bradley) --) Synthetic Metals and Vol. -- 54, 1993, pp.401-405, Japanese Journal of Applied Physics besides J. pen (Peng), Vol.35, and No. -- 3A, 1996, and pp.L317-L319 -- an I.D. parka (Parker), Journal of Applied Physics, Vol.75, and No. -- 3, 1994, and pp.1656-1666. such improved structure -- the -- although shown in 1B Fig., the optimization electrode materials 13 and 14 reduce the energy barrier over the carrier impregnation to the organic layer 10. The performance of single organic layer structure is still inadequate.

An electron can cross the organic layer 10 and can be given to an anode 14, or an electron hole may reach a cathode 13, and also when it is any, it is because a current without light occurs and OLED effectiveness falls.

Moreover, the well-balanced charge impregnation is also important. For example, when a cathode has a large energy barrier to electron injection, the usefulness of the outstanding anode is limited. Almost all electrons are not poured in, but Fig. 2 shows the device equipped with the large electronic obstruction 16

so that an electron hole may recombine in un-emanating and may not be spread near the within a cathode 15. The ingredient of an anode and a cathode must be equally in agreement with each MO so that the well-balanced OLED effectiveness optimized [which optimized and charge-poured in] may be acquired.

The improved structure which is divided between an electron and an organic layer with the separate transfer function of an electron hole, the electron transport layer 20 (ETL), and the electron hole transfer layer (HTL) 21 is shown in Fig. 3.

C.W. Journal of Applied Physics besides a tongue (Tang), Vol.65, and No. -- higher carrier mobility is attained by 9, 1989, and pp.3610-3616 by the OLED design of 2 organic layers, consequently the series resistance of OLED falls to them, and when operating voltage is low, it is indicated that an equal optical output becomes possible. Electrodes 22 and 23 can be chosen according to an individual so that it may be in agreement with MO of ETL20 and HTL21, respectively, and recombination is performed by the interface 24 of the organic layers 20 and 21 which is separated from one of electrodes. As an electrode, by Tang, the MgAg alloy cathode was used and the transparent indium-tin-oxide (ITO) to which it adhered on the glass substrate as an anode was used. Japanese Journal of Applied Physics besides EGUSA (Egusa), Vol.33, and No. -- 5A, 1994, and pp.2741-2745 show that an energy barrier blocks both an electron and an electron hole by the organic interface as a result of suitable selection of an organic multilayer ingredient. This is shown in Fig. 3, and an electron is blocked by suitable selection of an organic material so that it may not go into HTL21, and the electron hole is blocked so that it may not go into ETL20. Quenching near a contact (it is shown in Fig. 2 like) falls according to this description, and the electron and electron hole of high density in the small interface volume which brings about strengthening of a radiative recombination are also promised.

What it remains in as constraint on the performance of OLED by the multilayer device architecture which is understood enough and used widely is an electrode. The main performance indices of an electrode material are the locations of the electrode Fermi energy to organic [related / MO]. In order to support the extract of light depending on an application, an electrode is transparent or it is a desirable thing that reflexivity is also high. Moreover, an electrode must be inactive chemically to the organic material which adjoins in order to bring about the stability of long-term OLED.

Cautions have greatly been turned to a cathode. A good electron injection machine is the metal of a low work function, and it is because this is also a reactant thing chemically, oxidizes quickly in atmospheric air and restricts the dependability and the life of OLED. On the other hand, cautions were seldom turned to optimization of an anode contact. Because, generally the conventional ITO anode excels the cathode contact in the engine performance, consequently a superfluous electron hole generates it. Since [this] it is superfluous, amelioration of a cathode does not search for amelioration of an anode more positively for the convenience relevant to the transparency of ITO.

However, ITO is never an ideal anode. ITO caused degradation of the device as a result of In diffusion into OLED, and finally, as specified in Fresenius J.Anal.Chem. besides G. SAUA (Sauer), pp.642-646, and Vol.353 (1995), a short circuit generates it. ITO is polycrystal and the abundant paths for pollutant diffusion into OLED are brought about by the grain boundary of the large number. It is known as what ITO is the storage area of oxygen and finally has harmful effect to many organic materials (J. C. Scott (Scott), J.H. Kauffmann (Kaufman)).

J.Appl.Phys. of a P.J. block (Brock), R. DIPIETORO (DiPietro), J. Salem (Salem), and J.A. GOITA (Goita), Vol.79, and p. -- 2745 and 1996 -- reference. The ITO anode is liked in spite of all these problems. It is because no transparent electrode ingredient superior to it is known but ITO brings about moderate stability to many applications.

Although the conventional OLED extracts light with an ITO anode, the architecture depending on the extract of the light by the highly transparent cathode (TC) is desirable to OLED created on transparent OLED or an opaque substrate. Si is an especially desirable OLED substrate.

It is because the circuit created by Si wafer can be unified by the drive circuit and low cost which offer a display function. Considering a miniaturization and the remarkable performance of Si circuit, the OLED/Si display of the high contents of information is Si integrated circuit (IC).

It could create at a low price upwards.

a translucent low work function metal layer with the simplest thin technique of taking in TC -- for example calcium or MgAg is followed. For example BUROVIKU (Bulovic) others -- Nature and Vol.380 -- No. -- ITO which is reported by the PCT patent application PCT/IB 96/00557 (the [open number] WO 97/No. 47050) of the coincidence connection exhibited on 10, 1996, p.29, or December 11, 1997, other transparent units, or two or more electrical conducting materials It is adhering. Such a TC In order to make effectiveness of OLED into the maximum, the high anode of the reflexivity which can turn more light outside by TC is desirable. Consequently, the low reflection factor of ITO is TC. It is the demerit of OLED.

Or it may become more important to increase the contrast ratio of a display based on OLED or it depending on an application. In this case, TC OLED is nonreflective and could obtain profits from the high anode of absorptivity.

Also in this case, the optical property of ITO is demerit.

The metal of a high work function is TC. The high anode of the reflexivity for OLED could be formed. Although some such metals, for example, Au, have a larger work function than ITO (4.7eV of 5.2eV pairs), since the diffusion coefficient in an organic material is high, a life may be spoiled. Like In from ITO, Au is easily diffused in a more bad thing with many organic materials, and, finally may cause the short circuit of a device to it.

the parka (Parker) with which the efforts for for creating OLED on Si substrate have been made and Kim (Kim), Applied Physics Letters, Vol.64, and No. -- 14, 1994, and pp.1774-1776. The band gap of Si is small, and the obstruction concerning [a work function] impregnation of both an electron organic [MO] and an electron hole is large because of a medium, therefore the engine performance as an electrode is inadequate. A parka and Kim have improved some of this situation by adding SiO₂ interlayer between Si and OLED. By the voltage drop in SiO₂ insulator, Si band can be located in a line with organic [equivalent to it / MO], and the electron or electron hole from Si can enter in organic [MO] through SiO₂. However, by the required voltage drop in SiO₂, the turn-on electrical potential difference of OLED rises above 10V, and will become inefficient [these OLED(s)]. A low-battery OLED/Si design is desirable, also in order to improve effectiveness and to make a circuit design easy. It is because Si transistor below a micron cannot generate easily the driver voltage exceeding 10V. In the case of an anode, that to which the work function on the front face of Si is raised, and the operating voltage of OLED is reduced by that cause is more desirable than tunnel insulator surface treatment like SiO₂.

The display based on OLED and it equipped with the outstanding dependability and effectiveness is realized, and in order to make possible new architecture, such as a device emitted by TC, an electrode material must be improved so that the above-mentioned example of a present condition technique and explanation may show. TC optimized in order to create an OLED array or a display on Si substrate especially It is Si as an object for OLED architecture. The improved anode which is compatible with IC technique is required.

The purpose of this invention is to offer the organic electroluminescence device improved newly, an array, and the display based on it.

Other purposes of this invention are equipped with the increment in the improved effectiveness, lower operating voltage or steeper steeper current/voltage characteristic, dependability and stability, and a life, are optimized for [by the transparent cathode electrode] luminescence, and are to offer the organic electroluminescence device improved newly, an array, and the display based on it.

Other purposes of this invention are to offer the organic electroluminescence device created on Si substrate, an array, and the anode for a display improved newly.

The purpose of further others of this invention is to offer the approach for creating this organic electroluminescence device improved newly, an array, and a display.

Outline of invention The above-mentioned purpose is attained by offering OLED which has a cathode, an anode, and the organic field across which it faced between them, and said anode is - metal layer and - anode reforming layer. - It consists of at least one barrier layer, and said anode reforming layer contacts

said organic field, and said anode is arranged so that light may be extracted by said cathode.

As a metal layer about this invention, what kind of metal is also suitable. As an example, there are metal stacks, such as Pt on aluminum, Cu, Mo, Ti, Pt, Ir, nickel, Au, Ag and its alloy, or aluminum. the accumulation display circuit (here, it is called Si IC) which pretreated the technique of this invention -- taking in -- Si -- it is designed especially in order to create OLED on Si crystal wafer to a desirable thing. This invention is designed so that it may become the stable OLED anode which has a good hole-injection property and the metallization of the existing Si device may be reformed. In OLED on SiIC, generally, the metal layer of this invention is Si. It is the last metallization layer of IC process, and, as for current Si technique, aluminum, Cu, or its alloy usually coheres. Although function with either aluminum Cu or an aluminum:Cu alloy sufficient as an OLED anode is not achieved, the outstanding visible-spectrum reflection factor is offered and it increases the amount of the light extracted by TC. Si IC metallization front face can be widely changed in respect of the thickness of an oxide, granularity, and the surface contamination matter according to the factor of a large number including an environment when a creation process, the time amount between IC creation and OLED adhesion, and SiIC are kept and shipped. For the creation which can reproduce efficient OLED, Si metallization anode property must be improved and the effect generated by fluctuation of the initial state of a surface of metal must be removed.

The technique of this invention is suitable also for use in the pixel and drive circuit containing polish recon or an amorphous silicon device.

The anode reforming layer of this invention is chosen for the high work function which mainly makes possible a hole injection with the sufficient effectiveness to OLED. An anode reforming layer must form the stable interface with the adjoining organic layer which is a part of so-called organic field (for example, organic [HTL]), in order to guarantee the OLED performance which was consistent over the long period of time. An anode reforming layer must so be thin enough that it does not carry out deer contribution very only to both OLED series resistance and an optical absorption loss, although it can be made into a conductive or insulating thing. The oxide is suitable enough as an anode reforming layer. The thickness of an anode reforming layer is for 0.5nm - 10nm at a desirable thing.

The unit or two or more barrier layers of this invention isolate an anode reforming layer from a metal layer by forming a physical chemical obstruction, while a charge enables it to pass freely the interface with a metal layer and an anode reforming layer. A barrier layer (plurality is also good) offers the reproducible front face which was consistent for adhesion of an anode reforming layer or formation irrespective of the presentation of a metal layer, or the initial state of the front face. A barrier layer (plurality is also good) must so be thin enough that it does not carry out deer contribution very only to OLED series resistance, although it can be made into a conductive or insulating thing. Or a barrier layer (plurality is also good) can be made into the thing of high reflexivity so that an absorption loss may be avoided. The thickness of a barrier layer is for 5nm - 100nm at a desirable thing. For example, the barrier layer containing TiN or TiNC is suitable enough.

For formation of Si wear, such a sufficiently quiet process must be able to be used for all the layers containing an anode, namely, they must be able to form [that adhesion on a wafer is chemically possible at low temperature which hardly causes physical damage, or] it that Si circuit which is downward is not damaged.

With the gestalt of 1 operation of this invention, the single or multilayer OLED structure of having TC created on Si substrate has adopted the multilayer anode structure containing a metal layer, an anode reforming layer, and a middle barrier layer (plurality is also good) so that an anode may be stabilized and effectiveness may become good at the time of a hole injection.

The following advantages are acquired as a result of taking in such an anode in OLED structure.

The low-battery hole injection to an anode reforming layer is performed by both the high work function of an anode reforming layer, and free passage of the charge from a metal layer through a barrier layer (plurality is also good).

The stability of the interface of organic [which a barrier layer (plurality is also good) prepares between a metal layer and an anode reforming layer / which chemical and OLED actuation stabilized over the

long period of time with the physical obstruction are performed, and adjoins / HTL], and an anode reforming layer is acquired.

The extract of light with the sufficient effectiveness by TC is supported by the high reflection factor of the stack of a metal layer, ***** (plurality is also good), and an anode reforming layer, and low absorption.

Explanation of a drawing With reference to the following schematic diagrams, this invention is explained in detail below. However, please care about that the accompanying drawing is not drawn by fixed scale.

the -- 1A Fig. is drawing showing the band structure of known OLED which has one emission layer and two electrodes (conventional technique).

the -- 1B Fig. is drawing showing the band structure of other known OLED(s) which have one emission layer and two metal electrodes with which the work function was chosen so that the energy barrier for carrier impregnation might be reduced (conventional technique).

It is drawing showing the band structure of other known OLED(s) which have one emission layer and two metal electrodes, the work function of an anode is chosen so that the energy barrier for hole injections may become low, the work function of Fig. 2 of a cathode does not fully correspond with an emission layer, but it is shown that the electron injection and the radiative recombination in said emission layer are hardly performed (conventional technique).

Fig. 3 is drawing showing the band structure of other known OLED(s) which have one electron transport layer and one electron hole transfer layer (conventional technique).

Fig. 4 is an outline sectional view of the gestalt of operation of the 1st of this invention.

Fig. 5 is an outline sectional view of the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

Fig. 6 is an outline sectional view of the gestalt of operation of the 3rd of this invention.

Explanation of the gestalt of desirable operation The structure where the 1st which receives a benefit from the anode technique of this invention was improved is illustrated and explained in relation to Fig. 4.

TC of the high performance created on Si substrate In order to offer an OLED device, as shown in Figs. 4 - 6, the improved structure of receiving the benefit of the anode technique of this invention is prepared, and a new array and the application of a display become possible. It relates to Figs. 4 - 6, and the gestalt of three kinds of implementation of the amelioration OLED which took in the anode of this invention is explained in full detail.

The gestalt of the 1st operation is shown in Fig. 4. TC formed on the substrate 45 OLED is shown. Since the electroluminescence light 52 is emitted from an up electrode (cathode 51) with this configuration, almost all kinds of substrates 45 can be used. As an example, there are Si, glass, a quartz, stainless steel, and various plastics. The anode of this invention containing the metal layer 46, a barrier layer 47, and the anode reforming layer 48 is located on said substrate 45. As a metal layer 46, what kind of metal is also suitable. As an example, there are metal stacks, such as Pt on aluminum, Cu, Mo, Ti, Pt, Ir, nickel, Au, Ag, its alloy, or aluminum. According to the gestalt of operation, the metal which offers a visible-spectrum reflection factor is especially suitable enough.

A barrier layer 47 isolates the anode reforming layer 48 from the metal layer 46 by forming a physical chemical obstruction, while a charge enables it to pass freely the interface with the metal layer 46 and the anode reforming layer 48. However, please care about that the anode of this invention may contain one or more barrier layers. Barrier layer (plurality is also good)

47 offers the reproducible front face which was consistent for adhesion of the anode reforming layer 48 or formation irrespective of the presentation of a metal layer, or the initial state of the front face. A barrier layer (plurality is also good) 47 must so be thin enough that it does not carry out deer contribution very only to OLED series resistance, although it can be made into a conductive or insulating thing. Or a barrier layer (plurality is also good) 47 can be made into a reflexible thing so that an absorption loss may be avoided. The thickness of a barrier layer is for 5nm - 100nm at a desirable thing.

The anode reforming layer 48 is chosen for the high work function which mainly makes possible a hole

injection with the sufficient effectiveness to the organic field of OLED. The anode reforming layer 48 must form the stable interface with the adjoining organic emission layer (EML) 49, in order to guarantee the OLED performance which was consistent over the long period of time. The anode reforming layer 48 must so be thin enough that it does not carry out deer contribution very only to both OLED series resistance and an optical absorption loss, although it can be made into a conductive or insulating thing. The thickness of an anode reforming layer is for 0.5nm - 10nm at a desirable thing.

TC51 is located on EML49. An electroluminescence is generated within EML49. As shown in Fig. 4, a part of light is directly emitted in the space of the one half above EML49 and TC51 to OLED. Other parts of light move toward the anode structure of this invention. Anode structure reflects light so that it may also be emitted in the space of the one half above OLED.

表 1 : 第 1 の実施の形態の詳細例

層	番号	材料	厚さ	本例
基板	45	石英	0.05-5mm	800 μ m
金属層	46	Ti/Al	0.01-0.7 μ m/0.05-3 μ m	2nm
障壁層	47	Ni	0.01-2 μ m	30nm
アノード改質層	48	ITO	0.003-2 μ m	7nm
放出層	49	PPV	50-500nm	200nm
透明カソード	51	Li:Al合金	50-1000nm	120nm

TC created on Si substrate The gestalt of operation of the 2nd of the anode of this invention for OLED is shown in Fig. 5. In the top from a substrate 25, it is Si. IC/TnN/InNOx/HTL/ETL/TC OLED structure is shown in order of adhesion. Si of Fig. 5 In IC25, this functions also as a metal layer in the anode of this invention including the up metal contact pad 26 of aluminum. Si After completion of IC creation, it adheres to the InN barrier layer 27 directly on a substrate so that it may lap with the contact pad 26 at least. Next, this sample is in the oxygen plasma, or it oxidizes in air, a steam, ozone, and other oxidation environments equally, and the InNOx surface anode reforming layer 28 in which the low-battery hole injection into organic [HTL / 29] is possible is prepared. The electron poured in into ETL30 from TC31 is recombined with the electron hole in an organic field, and generates EL32 extracted from TC31. The organic field of the gestalt of this operation contains HTL29 and ETL30. However, please care about that an organic field contains at least one organic layer in any case (see the gestalt of the 1st operation).

. Si Since IC25 is simplified, it may contain the integrated circuit which is not shown in Fig. 5. instead of [of InN] -- the [for example, / other] -- an III group nitride could be used.

InN is Si, although it has the outstanding transparency and is a conductive degenerate semiconductor. Since it is not conductivity to the extent that electric crosstalk occurs by side conduction by the InN barrier layer 27 between aluminum metal pads 26 with which it adjoins on TC25, it is the outstanding barrier layer ingredient. InN which has such a property can adhere a room temperature or near the as indicated by Materials Research Society Internet Journal of Nitride Semiconductor Research besides a BAIA line (Beierlein), Vol.2, and Paper 29. Since the work function of the front face can be increased by oxidizing, consequently forming the InNOx anode reforming layer 28 immediately on an InN barrier layer, InN is also convenient selection. The InNOx anode reforming layer 28 could also be directly adhered on InN on a par with this.

Some approaches for adhesion of the anode reforming layer of the oxide base are enumerated below.

- The chemical gaseous-phase adhering method including the plasma strengthening chemical gaseous-phase adhering method (PECVD) (CVD)
 - Sputter adhesion or reactant (for example, it can set on an oxygen ring boundary) sputter adhesion, heat vacuum evaporation, electron beam evaporation, and oxygen plasma (plasma exchange oxidation)
 - spin coating from heat annealing, UV ozonization, the wet chemistry oxidation, the electrochemistry oxidation, and the solution in an oxidation environment an anode reforming layer, ITO, ZnO, MgO, and SnO₂, 28 which is completely different in order to show some examples -- O₃ and In₂O₃, RuO₂, V₂O₅, or the same oxide could also be used instead. [for example,] Similarly, a completely different metal layer 26 could also be used instead. According to degeneration of an InN semi-conductor, it is guaranteed irrespective of a presentation or initial state of the front face of the metal layer 26 that a charge can pass easily into the InN barrier layer 27 from the metal layer 26. Since it is the same, a charge can cross the InN barrier layer 27, without generating serious series resistance, and can also be moved into the anode reforming layer 28. Operating with the reinforcement of polar high In-N association as a chemical physical obstruction in which InN27 was excellent to corrosion or diffusion between the metal layer 26 and the anode reforming layer 28 is guaranteed.

The device shown in Fig. 5 receives a benefit from low visible-spectrum absorption of the high reflection factor of aluminum metal layer 26, the InN barrier layer 27, and the InNO_x anode reforming layer 28, and many of EL32 emitted toward the substrate can reflect by TC31 by this, and it can return. The device which has the anode structure shown in Fig. 5 shows quantum efficiency and power efficiency higher than the equivalent structure of having the conventional ITO anode as a result of the charge impregnation which maintained balance from that between an aluminum/InN/InNO_x anode and TC.

表 2 : 第 2 の実施の形態の詳細例

層	番号	材料	厚さ	本例
基板	25	Si IC	0.05-1mm	500 μm
金属層	26	アルミニウム	0.05-2 μm	500nm
障壁層	27	InN	0.01-1 μm	20nm
アノード改質層	28	InNO _x	0.001-1 μm	5nm
正孔伝達層	29	TAD	10-200nm	50nm
電子伝達層	30	Alq ₃	10-200nm	50nm
透明カソード	31	MgAg/ITO	1-20nm/10-1000nm	80nm/50nm

TC created on Si substrate The gestalt of operation of the 3rd of the anode of this invention for OLED is shown in Fig. 6. In the top from a substrate 33, it is Si. 2O₅/HTL/EML/ETL/TC of IC/nickel/NiO_x/V OLED structure is shown in order of adhesion.

Si of Fig. 6 In IC33, this functions as a metal layer in the anode of this invention including the up metal contact 34 of an aluminum:Cu alloy.

Si After completion of IC, it adheres to the two-layer barrier layer of nickel35/NiO_x36 directly in order on the part covered with the metal contact layer 34 among substrates 33, or adheres to nickel35 barrier layer, and the front face oxidizes after that and forms NiO_x36 barrier layer. The anode of this invention is completed into HTL38 by adhesion of the V₂O₅ anode reforming layer 37 which can pour in an electron hole. The electron poured in into ETL40 from TC41 is recombined within the organic emission layer 39, and generates EL42 extracted from TC41. In order to simplify, the circuit in Si substrate is not

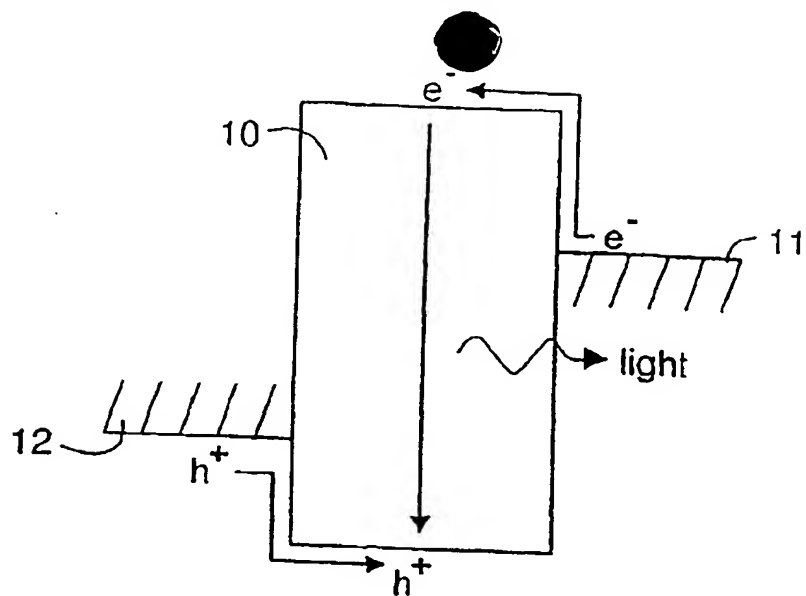
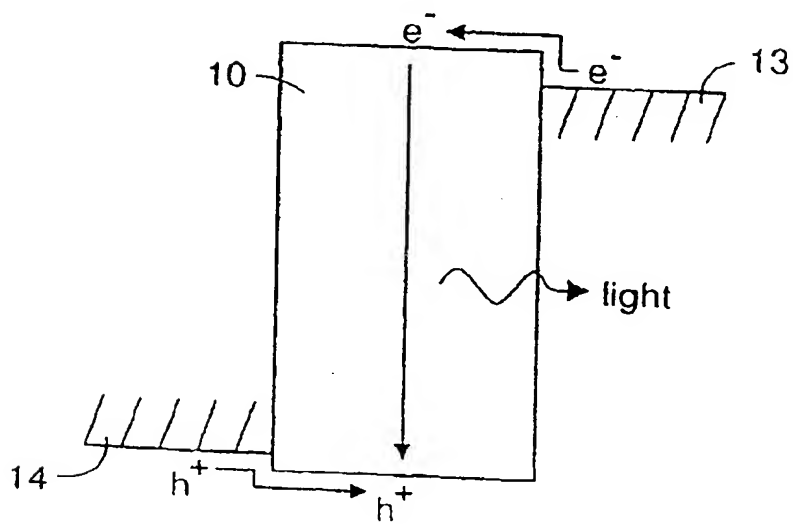
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

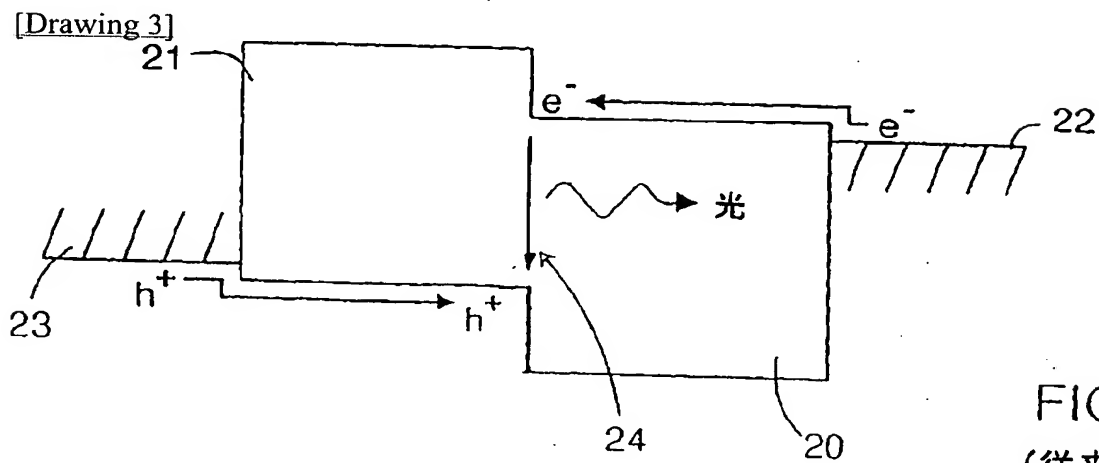
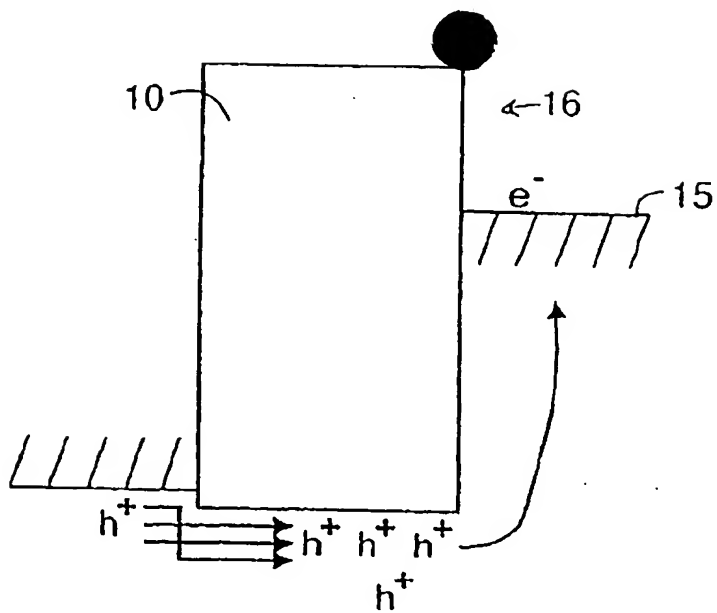
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

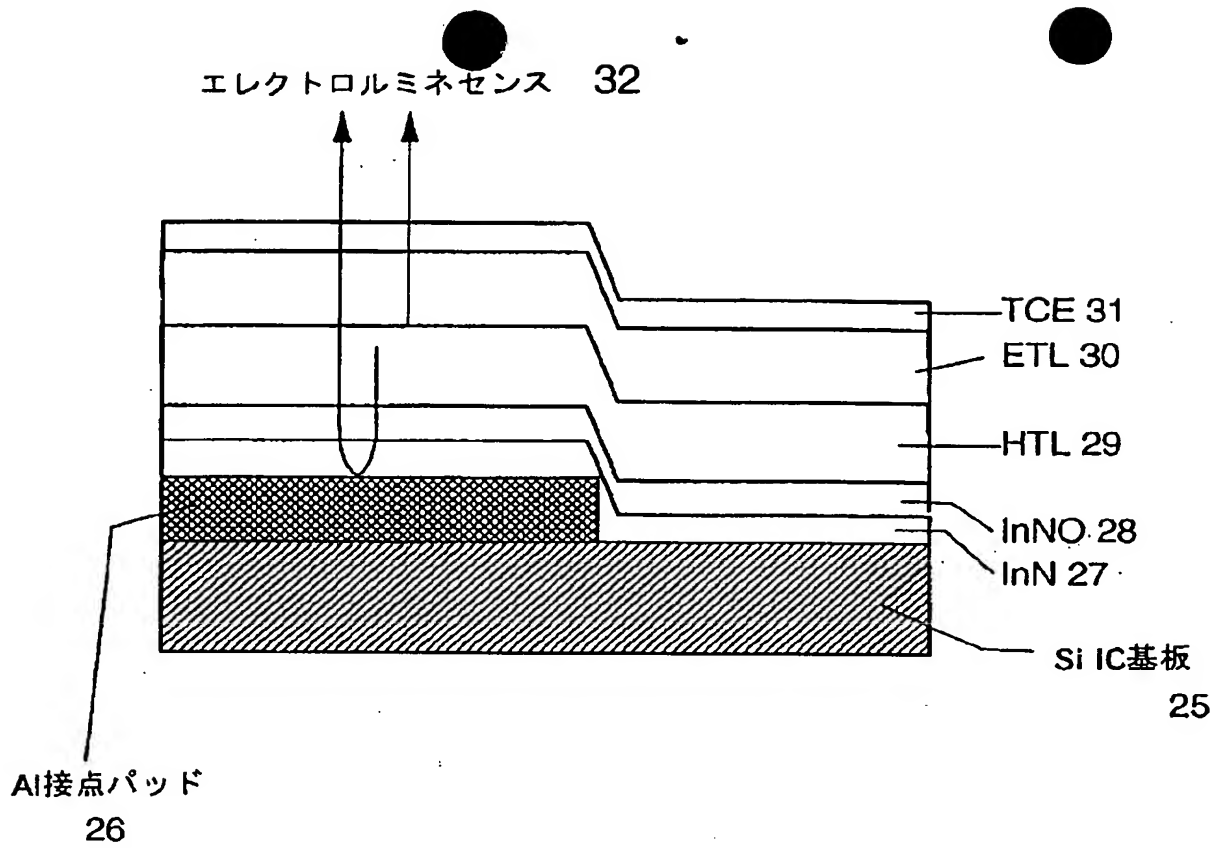
[Drawing 1]

FIG. 1A
(Prior Art)FIG. 1B
(Prior Art)

[Drawing 2]



[Drawing 4]



[Drawing 6]

エレクトロルミネセンス 42

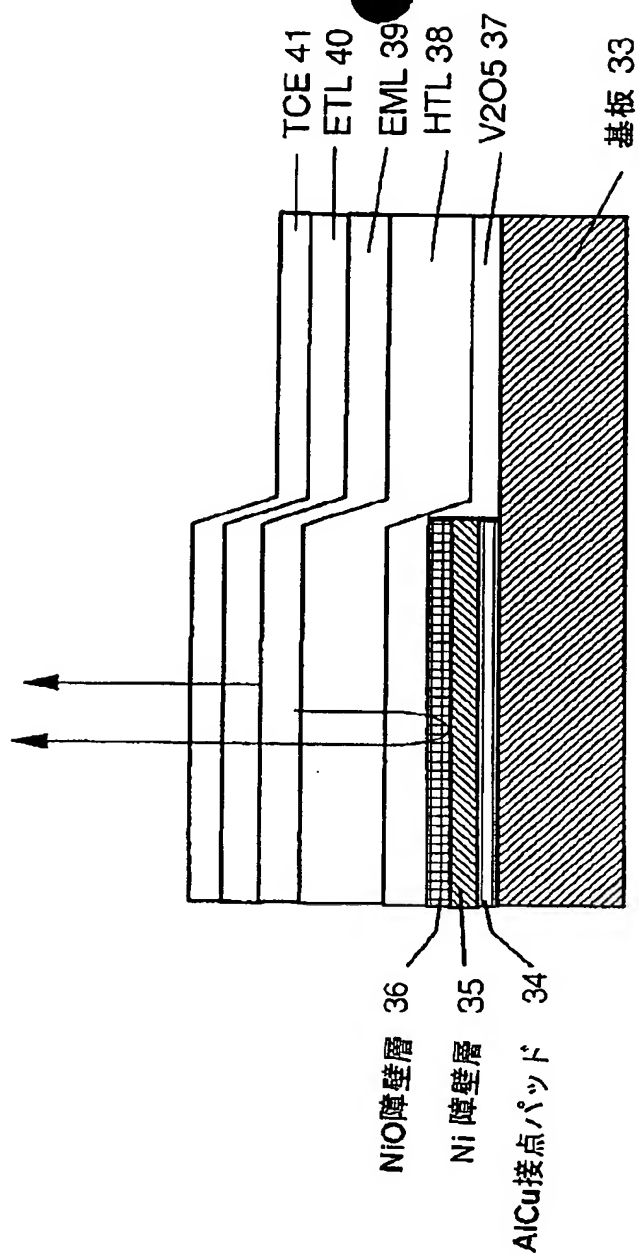


FIG. 6

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表

特表2001-507167
(P2001-507167A)

(43) 公表日 平成13年5月29日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	PI	特許
H05B 33/26		H05B 33/26	Z
H01L 33/00		H01L 33/00	E
H05B 33/02		H05B 33/02	
33/10		33/10	
33/14		33/14	A
		審査請求 有	予備審査請求 未請求(全 32 頁)

(21) 出願番号 特願平11-539081
 (86) (22) 出願日 平成10年2月2日(1998.2.2)
 (86) 翻訳文提出日 平成11年10月1日(1999.10.1)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP98/00124
 (87) 国際公開番号 WO99/39393
 (87) 国際公開日 平成11年8月5日(1999.8.5)
 (81) 指定国 JP, US

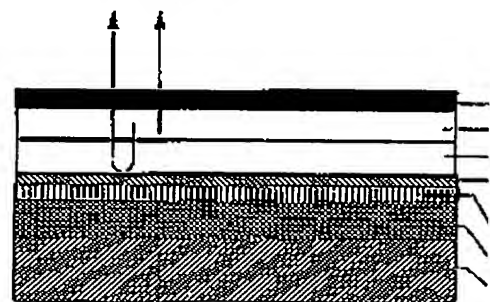
(71) 出願人 インターナショナル・ビジネス・コーポレーション
 アメリカ合衆国10504、ニュー・モック、オールド・オーチャード(舊地なし)
 (72) 発明者 バイアーライン、テイルマン、スイス国キルヒベルク、ホルンユトラーセ 1
 (72) 発明者 ハスカル、エイアフ、スイス国チューリッヒ、ルターセ 2
 (74) 代理人 弁理士 坂口 博 (外1名)

(54) 【発明の名称】 有機発光ダイオード用のアノード改質

(57) 【要約】

カソード(51)と、アノード(48、47、46)と、前記アノードとカソードとの間に電圧が印加された場合にそこでエレクトロルミネセンスが発生する有機領域(50、49)とを含む有機発光デバイスを提供する。アノードは、金属層(46)と、障壁層(47)と、アノード改質層(48)とを含む。カソード(51)により光が放出される。

エレクトロルミネセンス 52



1. アノードと、カソードと、その間にはさまれた有機領域とを含む有機トロールミネセンス・デバイスであって、前記アノードが、

一 障壁層と

—アノード改質層とを含み、

前記アノード改質層が前記有機領域と接触し、前記カソードにより光が放るように前記アノードが配置されていることを特徴とする、有機エレクトロニクス・デバイス。

2. 前記障壁層の表面が酸化されて前記アノード改質層を形成する、請求記載のデバイス。

3. 前記アノード改質層が前記障壁層上に付着される、請求項1に記載のス。

4、前記障壁層がI n Nなどの第III族窒化物を含む、請求項1に記載の半導体素子である。

5. 前記金属層がA 1またはC uを含む、請求項1に記載のデバイス。

6. 前記アノード改質層が高い仕事関数を有する、請求項1に記載のデバイス

7. 前記金属層が、前記カソードより放出される光の量を増加するようにベクトル反射率を有する金属を含む、請求項1に記載のデバイス。

8. 前記アノード改質層または前記障壁層あるいはその両方が可視光線を吸収する、請求項1に記載のデバイス。

9. 前記金属層が、Al、Cu、Mo、Ti、Pt、Ir、Ni、Au、

1. 左の1は紅音の2の△△を分けてA + BのD + Eの紅音の△△を分けて

(3)

特表2001-

に記載のデバイス。

14. 前記シリコン基板が集積回路を含む、請求項11に記載のデバイス

15. 前記アノード改質層が、前記有機領域への効率のよい正孔注入を可るように選択される、請求項1に記載のデバイス。

16. 前記アノード改質層が、前記有機領域との安定した界面を形成する選択される、請求項1に記載のデバイス。

17. 前記アノード改質層が導電性または絶縁性のものである、請求項1のデバイス。

18. 酸化物層がアノード改質層として機能する、請求項1

に記載のデバイス。

19. 電荷が前記金属層および前記アノード改質層とのその界面を通過できるようにしながら、障壁を形成することにより、前記障壁層が前記アノード改質層と前記金属層から物理的および化学的に隔離する、請求項1に記載のデバイス。

20. 前記障壁層が導電性または絶縁性のものである、請求項1に記載のデバイス。

21. 前記障壁層が反射性が高い、請求項1に記載のデバイス。

22. 前記アノード改質層が、ITO、ZnO、MgO、SnO₂、In₂O₃、RuO₂、またはV₂O₅を含む、請求項1に記載のデバイス。

23. 前記障壁層がNi層とNiO_x層を含み、前記アノード改質層がV₂O₅を含む、請求項1に記載のデバイス。

24. 請求項1による少なくとも1つのデバイスを含み、前記デバイスが形成されるディスプレイまたはアレイ。

25. 前記基板がシリコン基板である、請求項1に記載のディスプレイ

(4)

特表2001-

29. アノードと、カソードと、その間にはさまれた有機領域とを含む有
クトロルミネセンス・デバイスを作成するための方法であって、前記方法
ー金属層と、前記金属層上に位置する障壁層と、前記障壁層上に位置する
ド改質層とを形成することにより、前記有機領域およびカソードの形成の
記アノードを構築するステップを含み、

前記アノード改質層が前記有機スタックと接触し、前記カソードにより光
されるように前記アノードが配置されている方法。

30. 酸化物が前記アノード改質層として機能し、前記酸化物が前記障壁
面を酸化することによって形成される、請求項29に記載の方法。

31. 前記アノード改質層が、前記障壁層上にそれを付着することによっ
される、請求項29に記載の方法。

(5)

特表2001-

【発明の詳細な説明】

有機発光ダイオード用のアノード改質

技術分野

本発明は、有機エレクトロルミネセント・ディスプレイおよびそれを作
ための方法に関する。

発明の背景

有機エレクトロルミネセンス（EL）は、個別の発光ダイオード（LED）
アレイ、およびディスプレイに応用可能であるために、広範囲にわたって
れてきた。有機材料は、潜在的に多くのLEDの応用例において半導体に
代わり、まったく新しい応用例を可能にすることができる。有機LED（
D）の作成が容易であり、改良された有機材料の開発が継続することによ
規かつ安価なOLEDディスプレイの可能性が約束される。

低効率の有機ELは、たとえば、ヘルフリッヒ（Helfrich）他のPhysic
iew Letters, Vol.14, No.7, 1965, pp.229-231に何年も前に報告されてい
最近の開発は、効率のよい有機ELに関する2通りの報告、すなわち、C.
（Tang）他のApplied Physics Letters, Vol.51, No.12, 1987, pp.913-9
びポローズ（Burroughes）他のNature, Vol.347, 1990, pp.539によって駆
られたものである。タン

論文では、分子化合物の真空蒸着を使用して2つの有機層を有するOLE
成している。ポローズ論文では、ポリ（p-フェニレンビニレン）という
ーをスピン・コーティングして単一有機層OLEDを形成している。タン
らびにN.グリーンハム（Greenham）他のNature, Vol.365, 1993, pp.628-
載のその後の研究に記載されている利点は、有機材料の蒸着および電極の

(6)

特表2001-

る場合に改良されたパフォーマンスが達成されることが分かった (D.D.C. リー (Bradley) , Synthetic Metals, Vol.54, 1993, pp.401-405、J.ペ: g) 他のJapanese Journal of Applied Physics, Vol.35, No.3A, 1996, p -L319、I.D.パーカー (Parker) , Journal of Applied Physics, Vol.75, , 1994, pp.1656-1666) 。このような改良された構造を第1B図に示すが 化電極材料13および14は有機層10へのキャリア注入に対するエネルギー障壁を低減する。依然として、単一有機層構造のパフォーマンスは不十分で というのは、電子は有機層10を横切ってアノード14に達することがで または

正孔がカソード13に達する場合があります、いずれの場合も、光を伴わない 発生し、OLED効率が低下するからである。

また、バランスの取れた電荷注入も重要である。たとえば、カソードが 入に対して大きいエネルギー障壁を有する場合、優れたアノードの有用性 される。第2図は、ほとんどの電子が注入されず、正孔はカソード15内 その付近で非放射的に再結合するしかないように、大きい電子障壁16を デバイスを示している。アノードおよびカソードの材料は、バランスの取 荷注入および最適化したOLED効率が得られるように、それぞれのMO に一致しなければならない。

電子および正孔の伝達関数が別々の有機層と、電子伝達層20 (ETL 正孔伝達層 (HTL) 21との間に分割される改良された構造を第3図に C.W.タン (Tang) 他のJournal of Applied Physics, Vol.65, No.9, 1989 610-3616には、より高いキャリア移動度が2有機層のOLED設計で達成 への結果、OLEDの直列抵抗が低下し、動作電圧が低いレシオに達し、半

(7)

特表2001-

た透明なインジウムスズ酸化物 (ITO) を使用していた。エグサ () 他のJapanese Journal of Applied Physics, Vol.33, No.5A, 1994, pp 2745では、有機多層材料の適切な選択の結果、エネルギー障壁が有機界面と正孔の両方をブロックすることを示している。これは第3図に示され、料の適切な選択によって電子はHTL 2 1に入らないようにブロックされはETL 2 0に入らないようにブロックされている。この特徴により (第示すように) 接点付近での消失効果が低下し、放射再結合の強化をもたらす界面ボリューム内の高密度の電子および正孔も約束される。

十分理解され、広く使用されている多層デバイス・アーキテクチャによしLEDのパフォーマンス上の制約として残っているのは電極である。電極主な性能指数は、関連有機MOに対する電極フェルミ・エネルギーの位置。応用例によっては、光の抽出を支援するために電極が透明であるか反射いことも望ましいことである。また、電極は、長期のOLEDの安定性をすために隣接する有機材料に対して化学的に不活性でなければならない。

カソードに対して大いに注意が向けられてきた。というのは、良好な電器は低仕事関数の金属であり、これも化学的に反応性のものであり、大気速に酸化し、OLEDの信頼性と寿命を制限するからである。一方、アノ点の最適化にはあまり注意が向けられてこなかった。という

のは、従来のITOアノードは一般にカソード接点より性能が優れており結果、過剰な正孔が発生する。この過剰のため、ならびにITOの透明性する便益のため、アノードの改良はカソードの改良ほど積極的に探求されい。

1. (a) ITOは決して理想的なアノードではない。ITOはOLED

(8)

特表2001-

ものとして知られている (J.C.スコット (Scott), J.H.カウフマン (Kaufman), P.J.ブロック (Brock), R.ディピエトロ (DiPietro), J.サレム (Saleh), J.A.ゴイタ (Goita) のJ. Appl. Phys., Vol.79, p.2745, 1996を参照)。これらのすべての問題にもかかわらず、ITOアノードは好まれている。とい、それより優れた透明電極材料は一切知られておらず、ITOは多くの応対して適度な安定性をもたらすからである。

従来のOLEDはITOアノードにより光を抽出するが、透明度の高いド(TC)による光の抽出に頼るアーキテクチャは、透明なOLEDまた明な基板上に作成さ

れたOLEDに望ましいものである。Siは特に望ましいOLED基板でというのは、Siウェハに作成された回路は表示機能を提供する駆動回路ストで統合できるからである。Si回路の小型化および顕著なパフォーマンス考えると、高い情報内容のOLED/SiディスプレイはSi集積回路(上に安く作成できるだろう。

TCを取り入れる最も単純な手法は、薄い半透明の低仕事関数金属層、ば、CaまたはMgAgに続いて、たとえば、ブロヴィク (Bulovic) 他e, Vol.380, No.10, 1996, p.29または1997年12月11日に公開され時係属のPCT特許出願PCT/IB96/00557 (公開番号第WO47050号) で報告されているようなITOまたは他の透明な単数またの導電材料を付着することである。このようなTC OLEDの効率を最するため、TCによりより多くの光を外に向けることができる反射性の高ードが望ましい。その結果、ITOの低い反射率はTC OLEDの短所

(9)

特表2001-

だろう。このような金属の一部、たとえ

ば、AuはITOより大きい仕事関数を有するが(5.2 eV対4.7 eV)。有機材料における拡散率が高いので寿命は損なわれる可能性がある。ITOのInのように、より悪いことにAuは、多くの有機材料により容易に拡散し、最終的にデバイスの短絡を引き起こす可能性がある。

Si基板上にOLEDを作成するための努力がなされてきたパーカー (Parker) およびキム (Kim), Applied Physics Letters, Vol.64, No.14, 1994, 74-1776)。Siは、そのバンドギャップが小さく、仕事関数が中位のたため、有機MOへの電子および正孔の両方の注入に関する障壁が大きく、したがって電極としての性能は不十分である。パーカーおよびキムは、SiとOLED間にSiO₂中間層を追加することにより、この状況をいくらか改善した。SiO₂絶縁体での電圧降下により、Siバンドはそれに相当する有機MOと見做すことができ、Siからの電子または正孔はSiO₂を通過して有機MO内に入ることができる。しかし、SiO₂における必要な電圧降下により、OLEDの動作電圧が10 Vより上に上昇し、これらのOLEDが非効率なものになる。電圧OLED/Si設計は、効率を改善するためだけでなく、回路設計をするためにも望ましいものである。というのは、ミクロン以下のSiトラクタは10 Vを上回る駆動電圧を容易に発生することができないからである。この場合、Si表面の仕事関数を上昇させ、それにより、OLEDの動作電圧を低下させるものは、SiO₂である。

2.のようなトンネル絶縁体表面改質より望ましい。

本発明は、上記の例および図面から明白である。他の実施形態は、本発明の範囲内に含まれる。

(10)

特表2001-

本発明の目的は、新しく改良された有機ELデバイス、アレイ、およびに基づくディスプレイを提供することにある。

本発明の他の目的は、改良された効率、より低い動作電圧、またはより電流／電圧特性と、信頼性、安定性、寿命の増加を備え、透明なカソードによる発光用に最適化され、新しく改良された有機ELデバイス、アレイ、それに基づくディスプレイを提供することにある。

本発明の他の目的は、Si基板上に作成された有機ELデバイス、アレイおよびディスプレイ用の新しく改良されたアノードを提供することにある。

本発明のさらに他の目的は、この新しく改良された有機ELデバイス、およびディスプレイを作成するための方法を提供することにある。

発明の概要

上記の目的は、カソードと、アノードと、その間にはさまれた有機領域するOLEDを提供することにより達成され、前記アノードは、

－金属層と

－アノード改質層と

－少なくとも1つの障壁層からなり、

前記アノードは、前記アノード改質層が前記有機領域と接触し、前記カソードより光が抽出されるように配置されている。

本発明に関する金属層としては、どのような種類の金属も適している。では、Al、Cu、Mo、Ti、Pt、Ir、Ni、Au、Ag、および金またはAl上のPtなどの金属スタックがある。

本発明の手法は、前処理した集積ディスプレイ回路（ここではSi）上に、

(11)

特表2001-

またはAl:Cu合金のいずれもOL

EDアノードとして十分な機能は果たさないが、優れた可視スペクトル反提供し、それがTCにより抽出される光の量を増加する。Si ICメタリゼーション表面は、作成プロセス、IC作成とOLED付着との間の時間、Cが保管され出荷されたときの環境を含む多数の要因に応じて、酸化物の粗さ、表面汚染物質の点で広く変動することができる。効率のよいOLE現可能な作成のため、Siメタリゼーション・アノード特性を改良し、面の初期状態の変動によって発生する影響を除去しなければならない。

本発明の手法は、ポリシリコンまたはアモルファス・シリコン・デバイスおよび駆動回路での使用にも適している。

本発明のアノード改質層は、主に、OLEDへの効率のよい正孔注入をするその高い仕事関数のために選択される。アノード改質層は、長期間に一貫したOLEDパフォーマンスを保証するために、いわゆる有機領域（例えば、有機HTL）の一部である隣接する有機層との安定した界面を形成しなければならない。アノード改質層は導電性または絶縁性のものにすることが、OLED直列抵抗と光学吸収損の両方に対してごくわずかしき寄与しど十分に薄いものでなければならない。酸化物はアノード改質層として十ている。アノード改質層の厚さは好ましいことに0.5nm~10nmのる。

本発明の単数または複数の障壁層は、電荷が金属層およびアノード改質その界面を自由に通過できるようにしながら、物理的・化学的障壁を形成す
にトリ アノード改質層と金属層から隔離する 障壁層（絶縁層）は

(12)

特表2001-

層の厚さは好ましいことに5 nm～100 nmの間である。たとえば、TまたはTiNCを含む障壁層が十分適している。

Siウェアの形成のため、アノードを含むすべての層は、下にあるSi損傷しないほど十分穏やかなプロセスを使用して、すなわち、化学的または物理的損傷をほとんど引き起こさないような低温でウェハ上に付着可能または可能なものでなければならない。

本発明の一実施の形態では、Si基板上に作成されたTCを有する単一多層OLED構造は、正孔注入のときにアノードが安定し効率がよくなる、金属層と、アノード改質層と、中間障壁層（複数可）とを含む多層アノード構造を取り入れている。

このようなアノードをOLED構造に取り入れた結果、以

下の利点を得られる。

アノード改質層の高仕事関数と金属層からの電荷の自由通過の両方により障壁層（複数可）を通してアノード改質層への低電圧正孔注入が行われる。

障壁層（複数可）が金属層とアノード改質層との間に用意する化学的・物理的障壁により長期間にわたって安定したOLED動作が行われ、隣接有機HTLとアノード改質層との界面の安定性が得られる。

金属層、障壁層（複数可）、アノード改質層のスタックの高反射率とにより、TCによる効率のよい光の抽出が支援される。

図面の説明

以下の概略図を参照して、本発明について以下に詳しく説明する。ただし、図面は一定の縮尺で描かれていないことに留意されたい。

図1A図は、1つの抽出層と1つの電極とを含む既知のOLEDのバ

(13)

特表2001-

ンド構造を示す図であり、正孔注入用の

エネルギー障壁が低くなるようにアノードの仕事関数が選択され、カソード関数が放出層と十分に一致せず、前記放出層内の電子注入と放射再結合と行われなことを示す（従来技術）。

第3図は、1つの電子伝達層と1つの正孔伝達層とを有する他の既知のDのバンド構造を示す図である（従来技術）。

第4図は、本発明の第1の実施の形態の概略断面図である。

第5図は、本発明の第2の実施の形態の概略断面図である。

第6図は、本発明の第3の実施の形態の概略断面図である。

好ましい実施の形態の説明

本発明のアノード手法から恩恵を受ける第1の改良された構造について図に関連して図示し説明する。

Si基板上に作成された高性能のTC-OLEDデバイスを提供するた4図～第6図に示すように本発明のアノード手法の恩恵を受ける改良されが用意され、新しいアレイおよびディスプレイの応用例が可能になる。本アノードを取り入れた改良OLEDの3通りの実施の形態について、第46図に関連して詳述する。

第1の実施の形態を第4図に示す。基板45上に形成されたTC-O示されている。本構成では上部電極（カソード51）からエレクトロルミス光52が放出されるので、ほとんどすべての種類の基板45を使用する

できる。例としては、Si、ガラス、石英、ステンレス鋼、および様々な

(14)

特表2001-

障壁層47は、電荷が金属層46およびアノード改質層48とのその界由に通過できるようにしながら、物理的・化学的障壁を形成することによりアノード改質層48を金属層46から隔離する。ただし、本発明のアノードまたは複数の障壁層を含む可能性のあることに留意されたい。障壁層（複数47は、金属層の組成またはその表面の初期状態にかかわらず、アノード48の付着または形成のために一貫した再現可能な表面を提供する。障壁層（複数可）47は導電性または絶縁性のものにすることができるが、OLE抵抗に対してごくわずかしき寄与しないほど十分に薄いものでなければならぬ。あるいは、障壁層（複数可）47は吸収損を回避するように反射性のあるものとする。障壁層の厚さは好ましいことに5 nm～100 nmの範囲である。

アノード改質層48は、主に、OLEDの有機領域への効

率のよい正孔注入を可能にするその高い仕事関数のために選択される。アノード改質層48は、長期間にわたって一貫したOLEDパフォーマンスを保証するために、隣接する有機放出層（EML）49との安定した界面を形成しなければならない。アノード改質層48は導電性または絶縁性のものにすることができ、OLED直列抵抗と光学吸収損の両方に対してごくわずかしき寄与しないほど十分に薄いものでなければならない。アノード改質層の厚さは好ましいことに5 nm～10 nmの間である。

TC51はEML49上に位置している。エレクトロルミネセンスはEML49内で発生する。第4図に示すように、光の一部はEML49およびTC51からOLEDより上の半分の空間内に直接放出される。光の他の部分は、本発明のアノード改質層48を介して放出される。その結果、OLEDより上の半分の空間内

(15)

特表2001-

表1：第1の実施の形態の詳細例

層	番号	材料	厚さ	本例
基板	45	石英	0.05-5mm	800μ
金属層	46	Ti/Al	0.01-0.7μm/0.05-3μm	2
障壁層	47	Ni	0.01-2μm	30
アノード改質層	48	ITO	0.003-2μm	7
放出層	49	PPV	50-500nm	200
透明カソード	51	Li:Al合金	50-1000nm	120

Si基板上に作成されたTC OLED用の本発明のアノードの第2の形態を第5図に示す。基板25から上には、Si IC/TnN/InN HTL/ETL/TC OLED構造が付着の順に示されている。第5図

IC25はA1の上部金属接点パッド26を含み、これは本発明のアノードの金属層としても機能する。Si IC作成の完了後、少なくとも接点パッド6に重なるように、InN障壁層27が基板上に直接付着される。次に、サンプルは酸素プラズマ内で、または同等に空気、蒸気、オゾン、その他の環境で酸化され、有機HTL29内への低電圧正孔注入が可能なInNO_xアノード改質層28が用意される。TC31からETL30内に注入された有機領域内の正孔と再結合し、TC31から抽出されたEL32を生成する実施の形態の有機領域はHTL29とETL30とを含む。ただし、いずれも有機領域は少なくとも

1つの有機層を含むことに留意されたい（たとえば、第1の実施の形態を

図1参照）。

(16)

特表2001-

ような特性を有する InN は、バイアーライン (Beierlein) 他 *Material Research Society Internet Journal of Nitride Semiconductor Research*, Paper 29 に記載されているように、室温またはその付近で付着すること。酸化し、その結果、 InN 障壁層のすぐ上に InNO_x アノード改質層を形成することによってその表面の仕事関数を増加することができるので In は都合のよい選択でもある。これと同等に、 InNO_x アノード改質層： InN の上に直接付着することもできるだろう。

酸化物ベースのアノード改質層の付着のためのいくつかの方法を以下に示す。

- ・ プラズマ強化化学的気相付着法 (PECVD) を含む化学的気相付着法 (CVD)
- ・ スパッタ付着または反応性 (たとえば、酸素環境における) スパッタ付着
- ・ 熱蒸着
- ・ 電子ビーム蒸着
- ・ 酸素プラズマ (プラズマ支援酸化)
- ・ 酸化環境における熱アニーリング
- ・ UV オゾン処理
- ・ 湿式化学酸化
- ・ 電気化学酸化
- ・ 溶液からのスピンコーティング

いくつかの例を示すために、完全に異なるアノード改質層 28、たとえば TiO_2 、 ZnO 、 MgO 、 Sn_2O_3 、 In_2O_3 、 RuO_2 、 V_2O_5 、または NiO などの材料を、 InN の上に直接付着することもできる。同様に、完全に異なる材料を、 InNO_x の上に直接付着することもできる。

(17)

特表2001-

または金属層26とアノード改質層28との間の拡散に対して優れた化学的障壁として動作することが保証される。

第5図に示すデバイスは、Al金属層26の高い反射率とInN障壁層およびInNO_xアノード改質層28の低い

可視スペクトル吸収から恩恵を受けるものであり、これにより、基板に向放出されたEL32の多くがTC31により反射して戻ることができる。

第5図に示すアノード構造を有するデバイスは、Al/InN/InNノードとTCとの間のよりバランスの取れた電荷注入の結果として従来のアノードを有する同等構造より高い量子効率および電力効率を示す。

表2：第2の実施の形態の詳細例

層	番号	材料	厚さ	本例
基板	25	SiIC	0.05-1mm	500μ
金属層	26	アルミニウム	0.05-2μm	500nm
障壁層	27	InN	0.01-1μm	20nm
アノード改質層	28	InNO _x	0.001-1μm	5nm
正孔伝達層	29	TAD	10-200nm	50nm
電子伝達層	30	Alq ₃	10-200nm	50nm
透明カソード	31	MgAg/ITO	1-20nm/10-1000nm	80nm/50nm

Si基板上に作成されたTC OLED用の本発明のアノードの第3の形態を第6図に示す。基板33から上には、Si IC/Ni/NiO_x/HTL/EML/ETL/TC OLED構造が封着の順に示されて、

(18)

特表2001-

いは、Ni₃S₅障壁層が付着され、その表面がその後酸化されてNiO_x障壁層を形成する。本発明のアノードは、HTL 38内へ正孔を注入可能なアノード改質層 37の付着によって完成する。TC 41からETL 40内された電子は有機放出層 39内で再結合し、TC 41から抽出されるEL生成する。単純にするため、Si基板内の回路は図示しない。

本発明のアノードの金属層 34とアノード改質層 37との間には任意に障壁層 35、36を挿入することができる。ただし、それぞれの界面また大部分における過剰な直列抵抗によってデバイス効率を低減しないものと本実施の形態のNi₃S₅/NiO_x 36障壁層構造は、良好なデバイス効率を証明するために、Ni₃S₅金属の高い反射率と、絶縁しているNiO_x 36の透明度および厚さを頼りにしている。

Ni層およびNiO_x層のない第3の実施の形態は、Al:Ca合金 34とアノード改質層 37との化学反応のために不安定である。Ni₃S₅表面の酸化は追加の障壁層の付着により、Ni金属はアノード改質層 37からさらに隔離される。Ni₃S₅障壁層は導電性が高いので、隣接するICメタレーション 34（第6図には図示しない）間の側方伝導を回避するために、薄くするかまたはパタ

ーン化（第6図に示す）しなければならない。

第6図に示す本発明の金属/Ni/NiO_x/V₂O₅アノード構造を有するデバイスは、従来のITOアノードより急峻な電流/電圧特性と、同様の電圧を示す。

(19)

特表2001-

表 3 : 第 3 の実施の形態の詳細例

層	番号	材料	厚さ	本例
基板	33	SiIC	0.05-5mm	500μ
金属層	34	Al-Cu	0.05-5μm	500n
障壁層	35	Ni	0.1-1000nm	2.5n
障壁層	36	NiO _x	0.1-10nm	1n
アノード改質層	37	V ₂ O ₅	0-1μm	5n
正孔伝達層	38	NPB	10-200nm	50n
放出層	39	Alq ₃ :ルブレン	1-100nm	15n
電子伝達層	40	Alq ₃	10-200nm	50n
透明カソード	41	Ca/InGaN	1-20nm/10-100nm	10nm/80
		/ITO	/10-1000nm	/150n

本発明に基づき、本発明によって使用可能になるディスプレイのいくつかの形態について以下に述べる。

上記の 3 通りの実施の形態またはその変更態様は、1つのディスプレイアレイの一部にすることができる。たとえば、Si基板は、その上に形成OLEDのピクセルを駆動する集積回路を含む可能性があるだろう。この

本発明のアノードは、Si IC基板内に形成されたアクティブ・マトリ素子の金属接点に接続される可能性がある。回路が適切にパターン化され、個々のピクセルまたはピクセル群をオンにしたり、オフにすることがで

直いように形成され、その上に形成される。また、その上に形成される。また、その上に形成される。

(20)

特表2001-

る。Si基板上のこのようなOLEDは、高い解像度とパフォーマンスを非常に安価で小さい面積の有機ディスプレイにすることができる。OLEはOLEDアレイは、Siデバイスが乗っているこのようなSi基板上で長させるか、またはSi回路上にフリップチップのように後で個別に作成み立てることができる。

問題は、Siメタライゼーションが通常はAlまたはAl合金であり、OLEDのアノードまたはカソード材料としては不十分なものであること。本発明のアノードにより、安定した低電圧正孔接点を標準のSiプロセメタライゼーションの上に形成することができる。

使用可能な様々な有機材料のいくつかの例を以下に示す。

電子伝達／放出材料：

Alq₃、Ga q₃、In q₃、Sc q₃ (qは8-ヒドロキシキノレートその誘導体を意味する) およびたとえばZn q₂、Be q₂、Mg q₂、Zl、BeM q₂、BA l q、AlPr q₃などのその他の8-ヒドロキシキノ属錯体。これらの材料はETLまたは放出層として使用することができる

その他のクラスの電子伝達材料は、電子が欠乏し、窒素を含有する系でたとえば、PBD (および多くの誘導体) などのオキサジアゾルおよびトール、たとえば、TAZ (1, 2, 4-トリアゾール) である。

これらの官能基は、ポリマー、星形およびスピロ化合物として取り入れもできる。さらに他のクラスは、ピリジン、ピリミジン、ピラジン、ピリ官能基を含む材料である。

最後に、キノリン、キノキサリン、シノリン、フタラジン、キナジリン
 本発明の材料は、その電子伝達特性に照して同様のものを含む。

(21)

特表2001-

DPVB i (C.ホソカワ (Hosokawa) およびT.クスマト (Kusumoto) , International Symposium on Inorganic and Organic Electroluminescence 1994, 42を参照)、シアノ-PPVなどのシアノ置換ポリマー (PPVはポリフェニレンビニレン) を意味する)、シアノ-PPV誘導体である。

以下の材料は以下のものとして特に適している。

放出層およびドープメント:

アントラセン、ピリジン誘導体 (たとえば、ATP)、アゾメチン-亜、ピラジン (たとえば、BNVP)、スチリルアントラセン誘導体 (たとえば、BSA-1、BSA-2)、コロネン、クマリン、DCM化合物 (DCM CM2)、ジスチリルアリーレン誘導体 (DSA)、アルキル置換ジスチンゼン誘導体 (DSB)、ベンゾイミダゾール誘導体 (たとえば、NBI フトスチリルアミン誘導体 (たとえば、NSD)、オキサジオゾール誘導体 (たとえば、OXD、OXD-1、OXD-7)、N, N, N', N' -テト (m-メチルフェニル) -1, 3-ジアミノベンゼン (PDA)、ペリレ、ペリレン誘導体、フェニル置換シクロペンタジエン誘導体、12-ブタノンセキシチオフェン (6T)、ポリチオフェン、キナクリドン (QA) キモト (Wakimoto) 他のInternational Symposium on Inorganic and Organic Electroluminescence, 1

994, 浜松, 77を参照) および置換キナクリドン (MQA)、ルブレン、IT (たとえば、C.タン (Tang) , SID Conference San Diego; Proceedings, 181を参照)、共役および非共役ポリマー、たとえば、PPVおよびPI 誘導体、ジアルコキシおよびジアルキルPPV誘導体、たとえば、MEH- (ゼリ) (ウー) トキニハ - 5 - (ウー) - テチルヘキニハ - 1 - 4 - フ

(22)

特表2001-

正孔伝達層および正孔注入層：

以下の材料は、正孔注入層および正孔伝達層として適している。テトラルジアミノジフェニル (TPD-1、TPD-2、またはTAD) および (C.タン (Tang) , SID Meeting San Diego, 1996およびC.アダチ (Adachi) のApplied Physics Letters, Vol.66, p.2679, 1995を参照)、TPA、1C、TPM、DEH (省略形については、たとえば、P. BorsenbergerおよびW. Weiss (Weiss) , Organic Photoreceptors for Imaging Systems, Marcel Dekker, 1993を参照) のような芳香族アミノ基を含む材料。これらの

芳香族アミノ基は、ポリマー、星形 (たとえば、TCDA、m-MTDAY.クワバラ (Kuwabara) 他のAdvanced Materials, 6, p.677, 1994、Y.シシロ (Shirot) 他のApplied Physics Letters, Vol.65, p.807, 1994を参照) やスピロ化合物として取り入れることもできる。

その他の例は、銅 (II) フタロシアニン (CuPc)、(N, N'-ジル-N, N'-ビス-(4-フェニルフェニル)-1, 1'-ビフェニル4'-ジアミン)、ジスチリルアアリーレン誘導体(DSA)、ナフタレントスチリルアミン誘導体 (たとえば、NSD)、キナクリドン (QA)、3-メチルチオフェン (P3MT) およびその誘導体、ペリレンおよび誘導体、ポリチオフェン (PT)、3, 4, 9, 10-ペリレンテトラ酸二無水物 (PTCDA)、PPVおよび一部のPPV誘導体、たとえばEH-PPV、ポリ(9-ビニルカルバゾール) (PVK)、ディスコテ液晶材料 (HPT) である。

良好な発光器、電荷伝達材料、電荷注入材料として知られる有機材料が
 数多く存在し、さらに各々の材料の特性が知られており、これらの材料は

(23)

特表2001-

「International Symposium, Digest of Technical Papers」(第1版, Vol. 1, May 1996, Society for Information Display出版, 1526 Brookhollow Suite 82, Santa Ana, CA, USA) という書籍などの教科書その他の周知の文献に記載されている。

さらに、ポリマー・バインダ内に活性基を含むブレンド(すなわち、ゲスト)システムも可能である。OLEDの応用例のための有機材料の設計する概念は、大部分は、有機光受容体に関する広範囲の既存の経験から得たものである。有機光受容体の作成に使用する一部の有機材料に関する簡単な例は、P.ブローゼンバーガー(Brosenberger)およびD.S.ワイス(Weiss)の文献と、Teltech, Technology Dossier Service, Organic Electroluminescence (1995)、ならびに基本的文献に記載されている。

OLEDは、ポリマー分子、オリゴマー分子、および小有機分子を使用されてきた。各タイプの分子から形成されたデバイスは機能的には同様であるが、層の付着方法は大幅に異なっている。本発明は、ポリマー、オリゴマー、または小分子に基づく有機発光デバイスについて前述したすべての形態に有効である。

小分子デバイスは、慣例的に真空蒸発によって作成される。これは、本発明のアノードの形成に使用されるプロセスと互換性のあるものである。

蒸発は、ソースに対する独立制御の抵抗加熱および電子ビーム

加熱によってバル・ジャー・タイプのチャンバで実行することができた、複数の噴散セルおよびスパッタ・ソースを取り入れた分子ビーム付着法で実行することもできる。オリゴマーおよびポリマー有機物は、基板に加熱またはプラズマ処理を施した後で電圧をアノードに印加することによって

(24)

特表2001-

る。基板のコーティング後に溶剤は蒸発またはその他の方法によって除去。この方法により、明確な多層有機スタックの作成が可能になる。ただし、続層用のそれぞれの溶剤は前に付着した層を溶解しないものとする。

さらに、ポリマー分子および蒸発させた小有機分子の両方を含むハイブリッドデバイスが可能である。この場合、一般にポリマー・フィルムが先に付着する。というのは、蒸発させた小分子層は溶剤処理にあまり耐えられない場